第2講　物質の状態変化

PART1　状態変化

目標　・状態変化と状態図をしっかりと理解しよう！

Chapter1　状態変化とエネルギー

要点

状態変化とエネルギー

物質の状態は「粒子間の引力」と「熱運動の激しさ」の大小関係で決まる。

◆ 状態変化とエネルギー

粒子（以下，分子で考える）には，「引力（分子間力）」すなわち「引き合おうとする力」が常に働く。同時に，温度に応じた熱運動により「動き回ろうとする力」も働いている。この相反する力の大小関係で物質の状態は決まっていく。

・引力（分子間力）

物質固有のものであり，常に一定値である。しかし，粒子（分子）が離れていると引力は働きにくく，粒子（分子）が近づくと働きやすくなる。粒子（分子）の距離を左右する一つは圧力である。

・熱運動の激しさ

熱運動は温度が高いほど激しくなる。

以上より，物質の状態は「温度」と「圧力」で決まることがわかる。

まとめ

・物質の状態は（　　　　）と（　　　　）で決まる。

Chapter2　気体が運動する速さ

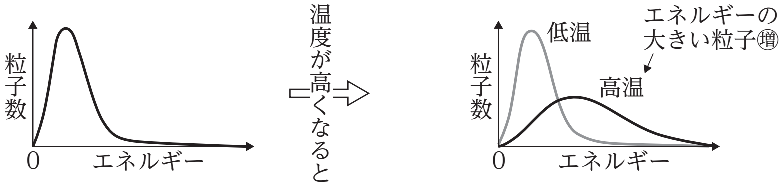
◆ 気体の運動エネルギー

分子間の引力を完全に振り切って自由に運動している状態が，気体である。これら気体の分子は，同じ環境（同じ温度）に存在していても，運動のエネルギーはそれぞれ異なる。

その理由は，分子が熱運動で動き回り，衝突を繰り返しているからである。

例　分子同士が正面衝突　→　一時的にエネルギーは低くなる（運動の速さは遅くなる）

◆ 粒子の運動のグラフ



温度を高くすると，運動する速さの大きい粒子の割合が増えるため，右のようにグラフが変化する。

まとめ

・気体の分子は同じ環境に存在していても，運動エネルギーはそれぞれ（　　　　　　）。

Chapter3　加熱時間と温度の関係

要点

加熱時間と温度の関係

状態変化がないとき　　　　　：加熱時間とともに，温度は上昇する

状態変化が起こっているとき：加熱時間に関係なく，温度は一定になる

◆ 加熱時間と温度の関係

通常，さまざまな状態変化は大気圧下（地上）で観察していくため，温度と物質の状態の関係が重要になる。

ここでは，固体を加熱していくときの温度変化を考えてみる。一般に，固体を加熱していくと，液体を経て最終的に気体になるが，温度変化は次の２つに大別できる。

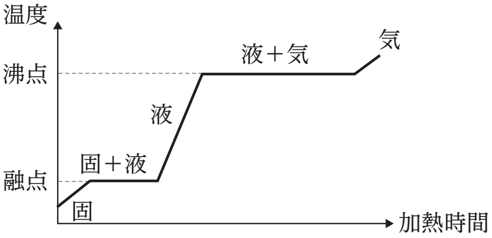
・状態変化がないとき

与えられた熱（熱エネルギー）によって分子の運動が激しくなり，温度が上昇する。すなわち加熱時間とともに温度が上昇する。

・状態変化が起こっているとき

与えられた熱（熱エネルギー）は状態変化する（分子間の結合を切る）ために使われるため，温度は変化しない。すなわち加熱時間に関係なく温度は一定に保たれる。

このとき，融解するために必要な熱を**融解熱**，蒸発するために必要な熱を**蒸発熱**という。



まとめ

・物質に熱を与えていくと，状態変化がないときには温度が（　　　　　　　）。また，状態変化があるときには，温度が（　　　　　　　）。

Chapter4　冷却時間と温度の関係

要点

冷却時間と温度の関係

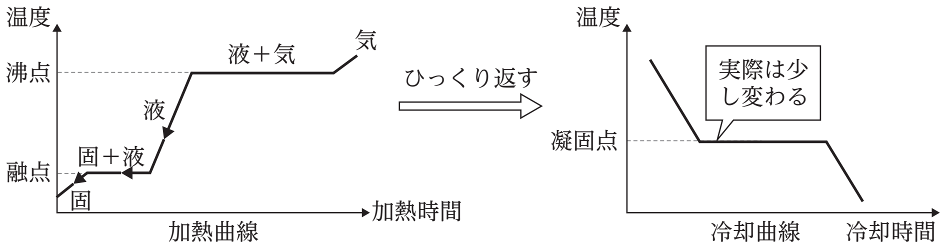
過冷却：液体を冷却したときに，凝固点を過ぎても凝固が起こらない状態。

過冷却以外は「加熱時間と温度の関係」と考え方は同じ。

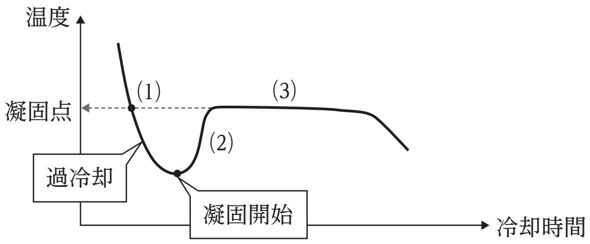
◆冷却時間と温度の関係 重要

物質を冷却していくと，状態変化がないときには温度が下がり，状態変化が起こっているときには温度は一定に保たれる。

基本的に，加熱したときの逆の変化をたどることになるが，液体から固体の変化において，一点だけ異なるので注目する。



液体を冷却したとき, 凝固点に達すると凝固が始まるはずだが, 実際には凝固点を下回っても凝固は始まらない。この状態を**過冷却**という。



⑴**凝固点の読み取り方**

凝固点は「凝固開始点」ではなく「凝固開始予定点」を読み取ることに注意する。

⑵**凝固開始直後に温度が上昇する理由**

凝固開始直後は急激な凝固が起こり,「冷却によって奪われる熱」より「凝固によって放出される熱」が上回るため温度が上昇する。

⑶**温度上昇後，温度が一定に保たれる理由**

凝固の進行が落ち着くと「冷却によって奪われる熱」と「凝固によって放出される熱」がつり合うため，温度が一定になる。

まとめ

・液体を冷却していくと，凝固点を過ぎても凝固が開始しない。この状態を（　　　　　）という。

Chapter5　状態図

要点

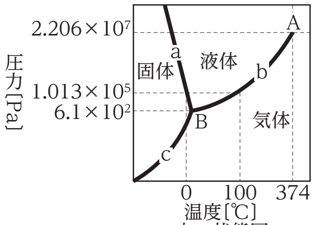
状態図

　さまざまな温度と圧力のもとで，その物質が固体，液体，気体のどの状態で存在しているかを表した図。

◆ 状態図　重要

　さまざまな温度と圧力のもとで，その物質が固体，液体，気体のどの状態で存在しているかを表した図を**状態図**という。

　水の状態図で確認してみよう。



水の状態図

曲線 a：**融解曲線**　：固体と液体が共存する温度を表す曲線

曲線 b：**蒸気圧曲線**：液体と気体が共存する温度を表す曲線

曲線 c：**昇華圧曲線**：固体と気体が共存する温度を表す曲線

点 A　：**臨界点**

　　蒸気圧曲線がとぎれた点。気体と液体の区別がつかない状態になっている。また，臨界点を超えた状態にある物質を**超臨界流体**という

点 B　：**三重点**：３つの曲線の交点で，気体と液体と固体が共存している点

まとめ

・さまざまな温度と圧力のもとで，その物質が固体，液体，気体のどの状態で存在しているかを表した図を（　　　　　）という。

Chapter6　演習問題

問　25℃の水 H_2O（分子量 18）180g を加熱し，すべて 100℃の水蒸気にする。このとき，必要な熱量は何 kJ か。ただし，水 1 g を 1 ℃上昇させるのに必要な熱量を 4.2J/g･℃，100℃の水 1 mol を水蒸気に変化させるために必要な熱量を 41kJ とする。

第2講　PART1　確認問題

問１　(a)物質の状態は温度と圧力で決まるが，通常，状態変化は大気圧下で観察していくため，温度と物質の状態の関係が重要になる。物質に熱を与えていくと，状態変化がないときには温度が上昇するが，状態変化があるときには温度が（　ア　）。

冷却したとき，基本的には加熱と逆の変化をたどるが，冷却時には凝固点を下回っても凝固が始まらない過冷却という状態がある。過冷却の液体が凝固を始めるとき凝固開始直後は急速に凝固が進行し，温度が（　イ　）する。凝固の進行が落ち着くと温度が（　ウ　）。

(1)　文中の下線部(a)について，物質の状態は厳密には「粒子間の引力」と「熱運動の激しさ」の大小関係で決まるが，このうち，圧力に左右されるものはどちらか。適当なものを次の①，②のうちから一つ選べ。

①　粒子間の引力　　　　②　熱運動の激しさ

(2)　文中の（　ア　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　上昇する　　　　②　下降する

③　一定に保たれる

(3)　文中の（　イ　），（　ウ　）に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

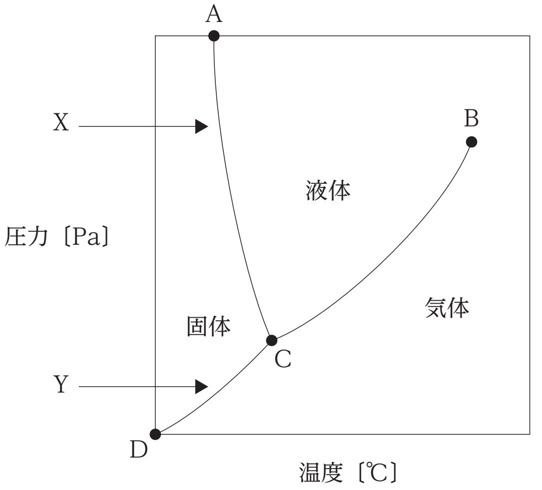
①　イ：上昇　　ウ：下降する

②　イ：上昇　　ウ：一定に保たれる

③　イ：下降　　ウ：上昇する

④　イ：下降　　ウ：一定に保たれる

問 2　次の図は水の状態図を表している。この図について，下の問いに答えよ。



(1)　X の曲線の名称として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　融解曲線　　　②　蒸気圧曲線

③　昇華圧曲線

(2)　Y の曲線の名称として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　融解曲線　　　②　蒸気圧曲線

③　昇華圧曲線

(3)　臨界点を表す点として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　A　　　②　B

③　C　　　④　D

第 2 講　物質の状態変化

PART1　状態変化

問　4.7×10^2(kJ)

第 2 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：
粒子間の引力は粒子の距離によってはたらきやすさが変わり，粒子の距離は圧力に左右されるので，粒子間の引力も圧力に左右される。

(2)　③

解説：
状態変化があるときには温度は一定に保たれる。

(3)　②

解説：
過冷却の液体が凝固するときは，凝固開始直後は急速に凝固が進行し，温度が上昇する。凝固の進行が落ち着くと温度が一定に保たれる。

問 2

(1)　①

解説：
X は固体と液体が共存する温度を表す曲線なので，融解曲線である。

(2)　③

解説：
Y は固体と気体が共存する温度を表す曲線なので，昇華圧曲線である。

⑶　②

解説：

臨界点は蒸気圧曲線が途切れた点なので，B である。